

HYDROCYCLONAGE VAN BAGGERSLIB: EEN EMPIRISCHE STUDIE VAN HET SLIB IN HET ZEEKANAAL NAAR GENT

A. FASEUR, L. KINNEAER, W.R.A. GOOSSENS

Studiecentrum voor Kernenergie, SCK/CEN,

Y. KREPS, R. ROMAN

Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen

Looking at an integrated harbour sludge treatment system, the splitting of the dredged sludge in two or more size fractions has been investigated as a first treatment step. Therefore, the physico-chemical characteristics of sludge samples taken from the Ghent-Terneuzen canal have firstly been determined. Further, the performance

of hydrocycloning of this sludge has been measured on a laboratory and a pre-pilot scale. Volume reduction of the dredged sludge thus appears feasible, although the economical operation conditions will have to be determined from a better knowledge of the equilibria of the hazardous components being present.

INLEIDING

Waterbodems van rivieren en kanalen zijn dikwijls sterk lokaal gepollueerd zodat de opgebaggerde specie niet kan gestort worden zonder enige beschermende maatregelen. Dit actueel probleem moet op lange termijn worden opgelost door aangepaste behandelingen van industriële en andere effluënten aan de bron vóór lozing in het rivier- of kanaalwater. Korte termijn oplossingen worden beperkt door de afwezigheid van aangepaste stortplaatsen en door de momenteel dure voorhanden zijnde slibverwerkingstechnieken. De bevaarbaarheid van de waterwegen vereist nochtans slibverwijdering onder economisch aanvaardbare voorwaarden.

Het Ministerie van Openbare Werken, meer specifiek het Bestuur der Waterwegen kijkt aldus uit naar een geïntegreerd baggerslib-behandelingssysteem gegeven zijnde de economische en ecologische context. Op hun vraag werden op het S.C.K. de technische mogelijkheden, die als eerste stap in een totaal behandelingssysteem dienen aangewend te worden, onderzocht. Dit onderzoek is experimenteel beperkt gebleven tot het baggerslib van het kanaal Gent-Terneuzen.

FYSICO-CHEMISCHE KARAKTERISATIE VAN HET SLIB

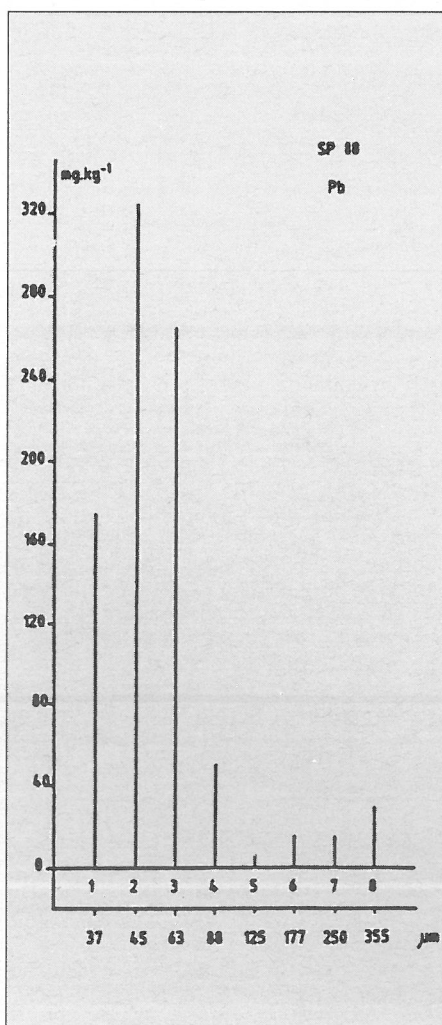
De keuze van een goed ontworpen behandelingstechniek voor baggerslib vereist een kwantitatieve en kwalitatieve kennis van de eigenschappen en de concentratie van de suspensie.

Daarom bestond de eerste stap in dit onderzoeksproject erin de fysico-chemische karakterisatie van het slib aanwezig in het kanaal Gent-Terneuzen door te voeren. Bij middel van een degelijk staalname- en analyseprogramma was het mogelijk aan te tonen dat de chemische en de fysische samenstelling van de slibstalen sterk afhankelijk is van hun geografische lokalisatie. De gemeten vervuilingsgraad kan gecorreleerd worden met de industriële activiteit aan de oevers van het kanaal. Gezien de lokalisatie van de lozingspunten gekend is, kan een

selectieve baggermethode worden toegepast.

Voor wat de anorganische componenten betreft vertonen de meeste slibstalen grote hoeveelheden Ca, Fe, Mg en Zn. Andere metalen zoals Ni en Cd zijn in lagere concentratie aanwezig, maar over een langere

Fig. 1: Loodconcentratie verdeeld over de verschillende deeltjesfracties



periode beschouwd kunnen deze stortproblemen opleveren vooral met betrekking tot hun toxische aard.

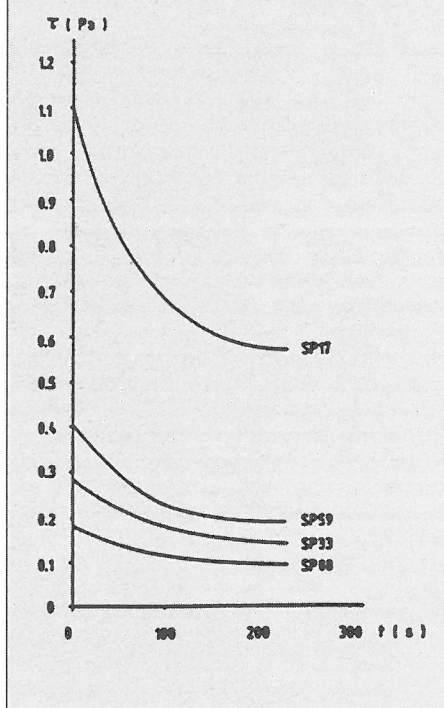
Organische componenten zijn ook aanwezig. Hoewel hiervoor nog geen richtlijnen of wettelijke regels ter vaststelling van limietwaarden beschikbaar zijn, kunnen toch reeds voorlopige regels gehanteerd worden.

De granulometrische analyse en dus ook de deeltjesgrootteverdeling van het slib toont een zeer sterke geografische afhankelijkheid. Meer zelfs, de metaalinhoud van het onbehandeld slib is heterogeen verdeeld over de verschillende deeltjesgrootte fracties zoals voorgesteld op figuur 1 voor lood in een specifiek staal (SP88). Deze laatste vaststelling opent de mogelijkheid voor toepassing van een slibscheidingstechniek, waarbij twee fracties ontstaan. De ene fractie is verrijkt en de andere fractie is verarmd in concentratie zowel voor zware metalen als voor organische componenten. Deze scheidingstechniek moet voldoende flexibel zijn om aldus suspensies met variërende deeltjesgrootte distributies te behandelen bij een welbepaalde vereiste constante werkingsdoelmatigheid.

LABORATORIUM EXPERIMENTEN

Het doel van laboratoriumproeven uitgevoerd met een 2-inch Mozley hydrocycloon was tweevoudig. Ten eerste werd proefondervindelijk nagegaan hoe de mechanische belasting van het slib de viscositeit van de behandelde suspensie beïnvloedt. Proeven uitgevoerd met een Haake Rotovisco Rv 100 bij constante schuifsnelheid geven aan dat de schuifspanning en bijgevolg ook de viscositeit verandert in functie van de tijd, zoals weergegeven in figuur 2. Gezien de viscositeit in relatie kan gebracht worden met de hydrocycloon afsnijgrootte en dus ook met zijn doelmatigheid, is het duidelijk dat het opgebaggerde slib onmiddellijk moet behandeld worden zonder recirculatie door de hydrocycloon. Uit deze figuur kan eveneens worden afgeleid dat slibben op verschillende plaatsen ontnomen verschillende viscositeiten en viscositeitsevoluties

Fig. 2: Schuifspanningsveranderingen in functie van de tijd



vertonen te wijten aan hun verschillende granulometrische samenstelling. Het slibstaal met het hoogste percentage aan grove deeltjes vertoont de laagste initiële schuifsnijspanning en de kleinste variatie in schuifspanning (SP88).; In het SP17-slibstaal hebben meer dan 90% van de deeltjes een diameter kleiner dan $2 \mu\text{m}$. De initiële schuifspanning is hoog en de schuifspanningsvariatie verandert zeer sterk met de tijd om tenslotte een asymptotische waarde te bereiken, veel lager dan de initiële schuifspanning.

Ten tweede werden correlaties tussen de fysische (viscositeit, droge stof, dichtheid en afsnijgrootte) en de chemische (zware metaalconcentraties) metingen onderzocht. Het onderzoek bestond hoofdzakelijk in de correlatie van

- 1) de pollutantenconcentraties in de verschillende stromen;
- 2) deze concentraties en de fysische parameters in deze stromen;
- 3) de fysische parameters onderling in deze stromen.

Voor heel wat slibstalen genomen op verschillende plaatsen van het kanaal Gent-Terneuzen werden goede correlaties gevonden tussen de onderzochte fysische parameters en de zware metaalconcentraties in de onder- en bovenloop.

EXPERIMENTEN OP TECHNISCHE SCHAALE

Uit deze laboratoriumexperimenten en gebaseerd op de fractionnatiendiagramma's zoals hoger vermeld (zie figuur 1) werd een groter hydrocycloon gedimensioneerd. Dit gaf de mogelijkheid om experimenten uit te

voeren op technische schaal. Een 5-inch Mozley-hydrocycloon met een gemiddelde werkingscapaciteit van $20 \text{ m}^3/\text{h}$ werd in gebruik genomen om het baggerslib onmiddellijk te behandelen. Binnen een zeker nauwkeurigheidsgedebiet werden massabalansen berekend. Deze experimenten werden uitgevoerd bij verschillende onder- en bovenloopverhoudingen bekomen bij verschillende sets van hydrocycloonparameters. Tabel 1 vat deze experimentele werkingsvoorwaarden samen (1). Bij elke experimentele

voorwaarde werden de voeding, de onder- en bovenloop bemonsterd om de chemische en de fysische eigenschappen te bepalen. De analytische resultaten werden voorgesteld in functie van de onder- tot bovenloopverhouding. Figuren 3 en 4 tonen de distributie van Zink en Benzo(a)pyreen als functie van deze ratio. Uit deze figuren kan het voordeel van deze slibscheidingstechniek door middel van een hydrocycloon worden afgeleid. De slibvoeding kan gescheiden worden in een relatieve schone fractie

Fig. 3: Zinkconcentratie in de voeding (Zn.V), de bovenloop (Zn.B) en de onderloop (Zn.O).

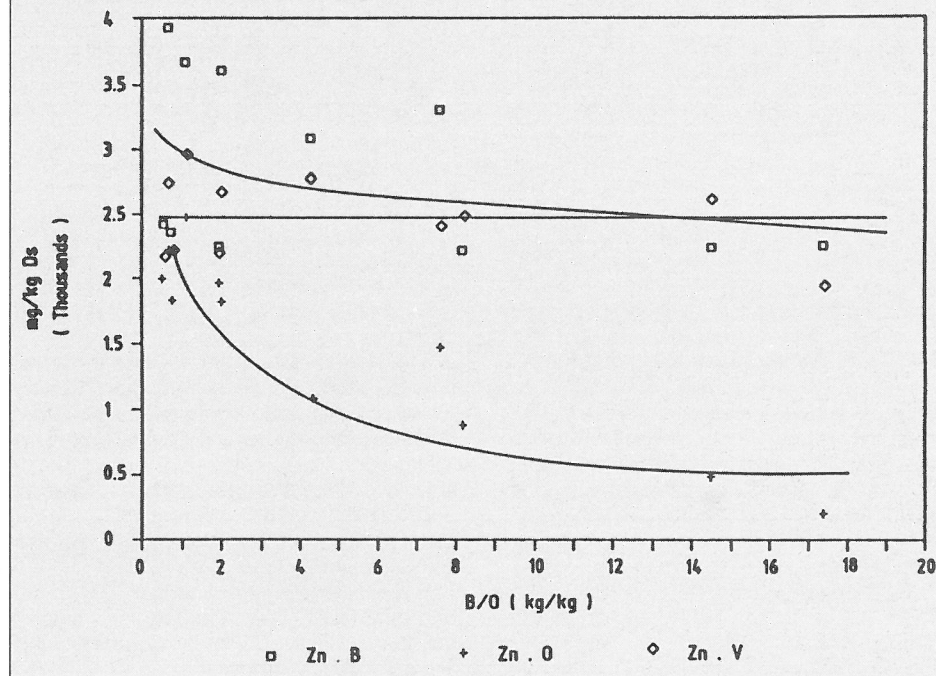
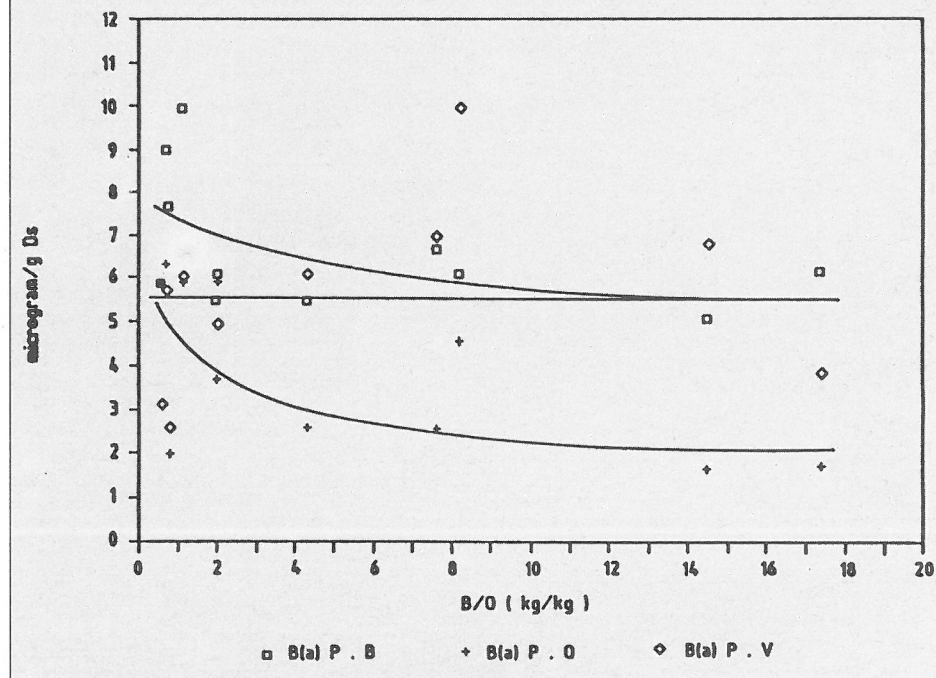


Fig. 4: Benzo(a)pyreen in de voeding (B(a).V), in de bovenloop (B(a).B) en de onderloop (B(a).O).



Tabel I: Experimentele hydrocycloon werkingsvoorwaarden

Tijd (s)	Voeding (kg)	Bovenloop (kg)	Onderloop (kg)	B/O (kg/kg)	V.F.	S.C.
13	119.5	113	6.5	17.4	3	2
13.8	116.5	109	7.5	14.5		3
16.57	115.5	103	12.5	8.2		4
16.64	103	91	12	7.6	2	2
8.90	61.5	50	11.5	4.3		3
28.03	194	123	71	1.7		4
31.07	153	103	50	2.0	1	2
11.23	63	33	30	1.1		3
31.65	165	65	100	0.65		4
21.79	127	54	73	0.74	1	4
19.68	136	90	46	1.95		2
22.69	132	32	100	0.32		1
24.46	126	50	76	0.66	1	4
21.69	122	42	80	0.53		2

- gemiddelde voedingsdensiteit (berekend) $\rho = 1254 \text{ kg/m}^3$

- gemiddelde bovenlooppdichtheid (berekend en gemeten) $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$

- gemiddelde onderlooppdichtheid (berekend en gemeten) $\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$

- V.F. = vortex finder

1: 22 mm

2: 30 mm

3: 40 mm

- S.C. = spigot cap

1: 10 mm

2: 15 mm

3: 20 mm

4: 25 mm

$B/O(\text{kg/kg}) \times 1.2 \text{ B/O}(\text{m}^3/\text{m}^3)$

(de onderloop) en een meer gepollueerde bovenloop.

Voor elke pollutant, waarvoor een wettelijke limietconcentratie in functie van het storten is vastgelegd, werd een controle uitgevoerd. Deze limiet, geldig voor elke component, bepaalt de werkingsvoorwaarden van de hydrocycloon. Het bedienen van de hydrocycloon bij een B/O = 17 kg/kg verhouding realiseert geen volumereductie. Maar een B/O = 0.5 kg/kg zou betere werkingsvoorwaarden kunnen realiseren. In dat geval moet de scheidingsefficiëntie, gerelateerd met de concentratievermindering in de onderloop, verder bestudeerd worden. In dit

voorgesteld onderzoekswerk en verwijzend naar de economische operationaliteit en de wettelijk opgelegde beperkingen blijkt dat de ideale B/O-verhouding ligt tussen 0.5 en 15 kg/kg.

Nu reeds bestaat er geen twijfel over het feit dat deze verhouding slibafhankelijk is. Meer zelfs, zonder enige voorbehandeling is deze zelfs plaatsafhankelijk. Vergelijking met enkele Nederlandse experimenten (2) leert dat hun optimale B/O-verhouding ligt tussen 5 en 12 kg/kg, afhankelijk van de plaats waar het slibstaal genomen is.

Voor PCB is de scheidingsefficiëntie minder duidelijk, te wijten aan het feit dat de PCB-

voedingsconcentratie beneden de 1 ppm ligt en zich dikwijls in de buurt van analytische detectielimieten bevindt.

CONCLUSIES

De fysico-chemische karakterisatie en het experimentele hydrocycloononderzoek hebben de heterogene eigenschappen van het slib aanwezig in het kanaal Gent-Terneuzen aangetoond. Scheiding van deze slibben door middel van hydrocyclonage lijkt haalbaar op deze wijze dat een relatieve schone onderloop met betrekking van de zware metalen (Cd, Zn, Cr, Pb, Ni, Hg) en de polyaromatische koolwaterstoffen kan bekomen worden. De daaruit resulterende volumereductie van de bovenloop - die waarschijnlijk moet nabehandeld worden - moet verder geoptimaliseerd worden. Dit kan enkel geschieden indien een meer afdoende kennis van de evenwichten tussen de polluerende componenten en de slibdeeltjes enerzijds en de waterige fase anderzijds voorhanden is.

REFERENTIES

- (1) Zeekanaal naar Gent - Studieopdracht voor onderzoek van een behandelingsmethode op basis van scheiden in fracties van het baggerslib
Eindrapport (SCK-rapport 87/44/L3006/AF/gm/1038/T)
- (2) "Verwerking van baggerslib"
DBW/RIZA, nota nr. 87/006.

A. Faseur, L. Kinnaer, W.R.A. Goossens
SCK/CEN
Boeretang 200
2400,Mol

Y. Kreps, R. Roman
M.O.W.
Bestuur der Waterwegen
Nederkouter 28
9000 Gent